

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

1

1

1

1

1

1

1

1

1

三

1

—

15

1

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 01 620.1

Anmeldetag: 17. Januar 2003

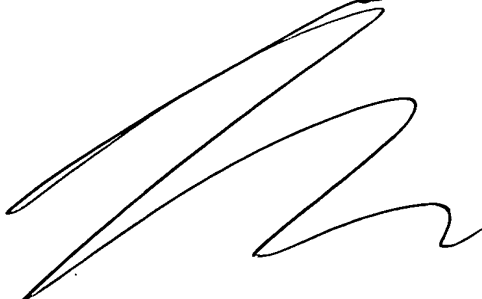
Anmelder/Inhaber: LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,
Bühl, Baden/DE

Bezeichnung: Leistungsverzweigtes Getriebe mit kontinuierlich
verstellbarer Übersetzung

IPC: F 16 H 37/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG
Industriestrasse 3
77815 Bühl

GS 0651 DE

Patentansprüche

5 1. Leistungsverzweigtes Getriebe, enthaltend zwei Planetengetriebe mit je einem Sonnenrad, einem Trägerrad und einem Hohlrad, und einen Variator mit einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle, deren Übersetzung stufenlos veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet dass, ein Rad des ersten Planetengetriebes drehfest mit einer Antriebswelle verbindbar ist und das erste Planetengetriebe eine Drehverbindung zwischen der Antriebswelle, der Eingangswelle und der Ausgangswelle bildet und ein Rad des zweiten Planetengetriebes drehfest mit einer Abtriebswelle verbindbar ist und das
10 zweite Planetengetriebe eine Drehverbindung zwischen der Abtriebswelle, der Ausgangswelle und der Eingangswelle bildet.

15 2. Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Planetengetriebe einander ähnlich sind.

3. Getriebe nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass das Getriebe zwei baugleiche Baugruppen enthält, von denen die eine das erste Planetengetriebe und eine antriebsseitige Hälfte des Variators und die ande-

re das zweite Planetengetriebe und eine abtriebsseitige Hälfte des Variators darstellt.

4. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
5 ein Rad des ersten Planetengetriebes über ein erstes Koppelrad mit der Ausgangswelle und ein Rad des zweiten Planetengetriebes über ein zweites Koppelrad mit der Eingangswelle in Dreheingriff ist.

5. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
10 ein Rad des ersten Planetengetriebes in direktem Dreheingriff mit der Ausgangswelle und ein Rad des zweiten Planetengetriebes in direktem Dreheingriff mit der Eingangswelle steht.

6. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Hohlräder der Planetengetriebe auf der Eingangswelle bzw. der Ausgangswelle des Variators gelagert sind.

7. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, dass
20 wenigstens eine Kupplung vorgesehen ist, mit der wenigstens eines der Planetengetriebe derart veränderbar ist, dass die Übersetzung des Getriebes in zwei aneinander anschließende Übersetzungsbereiche mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung unterteilbar ist.

LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG
Industriestrasse 3
77815 Bühl

GS 0651 DE

Leistungsverzweigtes Getriebe mit kontinuierlich verstellbarer Übersetzung

Die Erfindung betrifft ein leistungverzweigtes Getriebe mit kontinuierlich verstell-
5 barer Übersetzung.

Getriebe mit kontinuierlich verstellbarer Übersetzung, die einen Variator mit zwei
von einem Umschlingungsmittel umschlungenen Kegelscheibenpaaren enthalten,
gewinnen nicht nur wegen des mit ihnen erzielbaren hohen Fahrkomforts sondern
10 auch infolge möglicher Verbrauchsverminderungen zunehmend an Interesse.

Bekannte leistungverzweigte Getriebestrukturen haben die Eigenart, an der ei-
nen, durch die Verstellbarkeit des Variators gegebenen Grenzübersetzung des
leistungverzweigten Bereiches, den Variator nur gering zu belasten, wobei in
15 diesem Bereich sich die Gesamtübersetzung des Getriebes bei einer Verstellung
der Variatorübersetzung nur verhältnismäßig gering ändert, wohingegen an der
anderen Grenze des leistungverzweigten Bereiches der Variator im Wesentli-
chen die gesamte Leistung überträgt; in diesem Bereich allerdings die Gesamt-
übersetzung des leistungverzweigten Getriebes stark von der des Variators ab-
20 hängt.

Bei Auslegung solcher Getriebe ist stets der „schlechteste“ Betriebspunkt an einem Rand des Übersetzungsbereiches zu berücksichtigen, was die mit leistungsverzweigten Getrieben erreichbare Momenten- und Spreizungskapazität begrenzt.

Aufgrund hoher Spitzendrücke und Volumenströme wird sowohl die Konstruktion

5 einer Hydraulik zum Verstellen der Übersetzung des Variators, d. h. bei einem

Kegelscheibenumschlingungsgetriebe der Abstände zwischen den Kegelscheiben

der Kegelscheibenpaare, erschwert, sowie die Konstruktion der Kegelscheiben-

paare aufgrund hoher Anpress- und Verstellkräfte aufwendiger. Für die Auslegung

des Umschlingungsmittels, beispielsweise einer Laschenkette, und die Ausbildung

10 der Kegelflächen, ist der Betriebspunkt mit der jeweils größten Belastung entscheidend.

Eine weitere Eigenart bekannter leistungsverzweigter Getriebe liegt in ihrem komplexen Aufbau mit zahlreichen mechanischen Verbindungen zwischen einzelnen

15 aktiven Getriebeteilen, wie Variator und Planetengetriebe. Häufig muss eine

Zwischenwelle das Drehmoment von einer Seite des Variators zur anderen übertragen.

Damit verbunden ist eine individuelle Anpassung zahlreicher Komponenten an unterschiedliche, fahrzeug- oder motorspezifische Erfordernisse.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Abhilfe für die vorgenannten Probleme zu schaffen.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Abhilfe für die vorgenannten Probleme zu schaffen.

Eine Lösung dieser Aufgabe wird mit einem leistungsverzweigten Getriebe mit kontinuierlich verstellbarer Übersetzung geschaffen. Dies enthält: zwei Planeten-

getriebe mit je einem Sonnenrad, einem Trägerrad und einem Hohlrads, einen Variator mit einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle, deren Übersetzung stufenlos veränderbar ist, wobei ein Rad des ersten Planetengetriebes drehfest mit einer Antriebswelle verbindbar ist und das erste Planetengetriebe eine Drehverbindung zwischen der Antriebswelle, der Eingangswelle und der Ausgangswelle bildet und ein Rad des zweiten Planetengetriebes drehfest mit einer Abtriebswelle verbindbar ist und das zweite Planetengetriebe eine Drehverbindung zwischen der Abtriebswelle, der Ausgangswelle und der Eingangswelle bildet.

10 Bei einem erfindungsgemäßen leistungsverzweigten Getriebe wird der Variator, der in vorteilhafter Weise als Kegelscheibenumschlingungsgetriebe ausgebildet, oder aber auch durch ein Reibradsgetriebe oder sonst wie dargestellt sein kann, in allen Betriebspunkten mit einer ähnlichen, bevorzugt natürlich geringen Leistung, beaufschlagt.

15

Mit Vorteil sind die beiden Planetengetriebe einander gleich.

Die Anzahl unterschiedlicher Bauteile kann dadurch vermindert werden, dass das Getriebe zwei baugleiche Baugruppen enthält, von denen die eine das erste Planetengetriebe und eine antriebsseitige Hälfte des Variators und die andere das zweite Planetengetriebe und eine abtriebsseitige Hälfte des Variators enthält.

20

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Getriebes ist ein Bauteil des ersten Planetengetriebes über ein erstes Koppelrad mit der Aus-

gangswelle und ein Rad des zweiten Planetengetriebes über ein zweites Koppelrad mit der Eingangswelle in Dreheingriff.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des letztgenannten Getriebes zeichnet sich da-

- 5 durch aus, dass wenigstens ein Koppelrad von einem der mit ihm in Dreheingriff befindlichen Bauteile entkoppelbar ist. Auf diese Weise lässt sich das erfindungsgemäße Getriebe zu einem Getriebe mit mehreren, kontinuierlich verstellbaren Übersetzungsbereichen ausbauen.

- 10 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Getriebes zeichnet sich dadurch aus, dass ein Bauteil des ersten Planetengetriebes in direktem Dreheingriff mit der Ausgangswelle und ein Bauteil des zweiten Planetengetriebes in direktem Dreheingriff mit der Eingangswelle ist.

- 15 Vorteilhafterweise sind die Hohlräder der Planetengetriebe auf der Eingangswelle bzw. der Ausgangswelle des Variators gelagert.

Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Getriebes ist wenigstens eine Kupplung vorgesehen, mit der wenigstens eines der Planetengetriebe derart

20 sperrbar ist, dass die Übersetzung des Getriebes in zwei aneinander anschließende Übersetzungsbereiche mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung unterteilbar ist.

Bei einer Anwendung im Anlagenbau können zwei solche Getriebebereiche vorteilhaft auch zum Hochfahren der Maschine (ohne Last/ geringe Last) und ein zweiter Bereich besonders geringer Spreizung um Dauerbetrieb, z. B. in Form einer Gleichlaufregelung mehrerer Maschinenbaugruppen vorgesehen sein.

5

Die Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

Es stellen dar:

10

Fig. 1 die Struktur eines erfindungsgemäßen Getriebes,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel des Getriebes gemäß Fig. 1,

Fig. 3 Übersetzungsdiagramme des Getriebes gemäß Fig. 2 und

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Getriebes gemäß Fig. 1.

15

Bei dem leistungsverzweigten Getriebe gemäß Fig. 1 ist eine Antriebswelle 8 mit einem Rad eines Planetengetriebes P1 verbunden, dessen andere Räder mit einer Eingangswelle 10 eines Variators und über ein Koppelgelege 12 mit einer Ausgangswelle 14 des Variators verbunden sind. Die Ausgangswelle 14 des Variators ist weiter mit einem Bauteil eines zweiten Planetengetriebes P2 verbunden, dessen andere Räder über ein Koppelgelege 16 mit der Eingangswelle bzw. mit einer Abtriebswelle 18 verbunden sind.

20

Die genannten Räder der Planetengetriebe P1 und P2 können jeweils deren Planetenträger, deren Sonnenrad und deren Hohlrad sein.

Bei der dargestellten Struktur besteht zwischen Eingangswelle 10 und Ausgangswelle 14 des Variators kein funktionaler Unterschied; die Drehmomentflussrichtung hängt von den Übersetzungsstufen in den Planetengetrieben P1 und P2 und den Koppelgelegen 12 und 16 ab. Die Antriebswelle 8 ist beispielsweise über eine Anfahrkupplung mit einem Antriebsmotor eines Fahrzeugs verbunden. Die Abtriebswelle 18 leitet das Drehmoment z. B. über eine Differentialstufe zu den angetriebenen Rädern des Fahrzeugs.

Die in Fig. 1 dargestellte Getriebestruktur besitzt $6 \times 6 = 36$ mögliche Konfigurationen, in denen Räder der Planetengetriebe P1 und P2 mit dem Variator verbunden werden können.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel, bei dem der Variator (Var) zwei Kegelscheibenpaare 20 und 22 enthält, um die ein Umschlingungsmittel 24, beispielsweise eine Laschenkette, umläuft.

Gemäß Fig. 2 ist die Antriebswelle 8 mit dem Träger des Planetengetriebes P1 drehfest verbunden, dessen Planetenräder mit dem Hohlrad und dem Sonnenrad des Planetengetriebes P1 kämmen. Das Sonnenrad ist drehfest mit der Eingangswelle 10 bzw. der Welle des Kegelscheibenpaars 20 verbunden. Das Hohlrad, das in vorteilhafter Weise auf der Eingangswelle 10 gelagert ist, weist eine

Außenverzahnung auf, die über ein Koppelrad des Koppelgeleges 12 mit einem drehfest mit der Ausgangswelle 14 verbundenen Zahnrad kämmt.

In analoger Weise ist die Abtriebswelle 18 drehfest mit dem Planetenträger des Planetengetriebes P2 verbunden, dessen Planetenräder mit dem drehfest mit der Ausgangswelle verbundenen Sonnenrad und dem Hohlrad kämmen, das in vorteilhafter Weise auf der Ausgangswelle 14 gelagert ist und eine Außenverzahnung aufweist, die über ein Koppelrad des Koppelgeleges 16 mit einem drehfest mit der Eingangswelle 10 verbundenen Zahnrad kämmt.

Vorzugsweise sind sowohl die Kegelscheibenpaare 20 und 22 als auch die Planetengetriebe P1 und P2 und die Koppelgelege, d. h. die über die Außenverzahnung der Hohlräder, die Koppelräder und die drehfest mit den Wellen des Variators verbundenen Zahnräder gebildeten Koppelgelege, einander gleich ausgebildet, so dass das Getriebe insgesamt aus zwei baugleichen Halbgetrieben besteht und mit einer minimalen Anzahl unterschiedlicher Bauteile auskommt.

Fig. 3 zeigt Übersetzungsdiagramme des Getriebes gemäß Fig. 2, wobei die Abszisse die Übersetzung i_{var} des Variators darstellt, die Ordinate die Gesamtübersetzung i_{ges} des Getriebes darstellt und die drei Kurven I, II und III die Gesamtübersetzung des Getriebes, abhängig von der Variatorübersetzung für drei unterschiedliche Übersetzungen der Koppelgelege zeigen.

In der doppelt logarithmischen Darstellung reicht die Variatorübersetzung i_{var} von 0,4 bis 2,5, d. h. der Variator hat eine Spreizung von 6,25. Es ist ebenso möglich, einen Variator mit kleinerer oder größerer Spreizung zum Einsatz zu bringen, wobei dann nur ein Ausschnitt des Diagramms anwendbar bleibt. Je nach

- 5 Koppelgelege liegt die daraus erzielbare Gesamtspreizung des Getriebes zwischen 2 und 4, wobei der Übersetzungsverlauf unabhängig von der jeweiligen Koppelgelegeübersetzung, in der doppelt logarithmischen Darstellung nahezu linear ist, wobei die Steigung von der Koppelgelegeübersetzung abzweigt. Bei
- 10 herkömmlichen leistungsverzweigten Getrieben ist der Übersetzungsverlauf in der Darstellung der Fig. 3 deutlich krumm, was zu der eingangs geschilderten sehr unterschiedlichen Belastung des Variators an den jeweiligen Enden des Übersetzungsbereiches führt. Der Verlauf gemäß Fig. 3 führt dazu, dass der Variator unabhängig von seiner jeweiligen Übersetzung einen im Wesentlichen konstanten Teil der Motorleistung überträgt, im dargestellten Beispiel je nach Koppelgelege
- 15 übersetzung zwischen 30 % und 40 % der Motorleistung.

- Bei einer gegenüber Fig. 2 abgeänderten Variante des Getriebes ist die Abtriebswelle 14 mit dem Hohlrad des Planetengetriebes P2 und über das Koppelrad mit dem Sonnenrad des Planetengetriebes P1 verbunden. Entsprechend ist die Eingangswelle 10 mit dem Hohlrad des Planetengetriebes P1 drehfest verbunden und kämmt über das Koppelrad des Koppelgeleges 16 mit dem Sonnenrad des Planetengetriebes P2.
- 20

Fig. 4 zeigt eine Variante der Struktur gemäß Fig. 1, bei der die Zwischenräder 12 und 16 fehlen und die jeweiligen Bauteile bzw. Räder der Planetenstufen bzw. Planetengetriebe P1 und P2 unmittelbar mit den Wellen des Variators kämmen.

- 5 Im dargestellten Beispiel ist das Sonnenrad des Planetengetriebes P1 drehfest mit der Antriebswelle 8 verbunden und über die Planetenräder im Dreheingriff mit dem Hohlrad, das ähnlich wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 auf der Eingangswelle 10 gelagert ist und im Gegensatz zur Ausführungsform gemäß Fig. 2 unmittelbar mit einem drehfest mit der Ausgangswelle 14 verbundenen Zahnrad
10 kämmt.

- In gleicher Weise ist die Abtriebswelle 18 drehfest mit dem Sonnenrad des Planetengetriebes P2 verbunden, das über die Planetenräder mit dem auf der Ausgangswelle 14 gelagerten Hohlrad in Zahneingriff steht. Das Hohlrad weist eine
15 Außenverzahnung auf, die unmittelbar mit einem drehfest mit der Eingangswelle verbundenen Zahnrad kämmt.

Die Hohlräder der jeweiligen Planetengetriebe sind drehfest mit der Eingangswelle bzw. der Ausgangswelle verbunden.

20

Auch das Getriebe gemäß Fig. 4 ist aus zwei einander gleichen Halbgetrieben aufgebaut, die über das Umschlingungsmittel 24 und die Zahneingriffe zwischen den drehfest mit den Wellen 10 bzw. 14 verbundenen Zahnrädern und die Außenverzahnungen der Hohlräder gebildet werden.

Die beispielhaft dargestellten erfindungsgemäßen Getriebe, die vorteilhaft aus zwei einander gleichen Halbgetrieben aufgebaut sind, können in vielfältiger Weise genutzt und abgeändert werden. Aus einem Variator mit der Spreizung 6, der beispielsweise für eine Leistung von 150 kW geeignet ist, kann unter Zuhilfenahme zweier Planetengetriebe ein Getriebe mit stufenlos verstellbarer Übersetzung geschaffen werden, mit dem bei einer Spreizung von 2,5 Leistungen von 300 kW übertragen werden können.

10 Getriebe mit der Struktur gemäß Fig. 1 können mit wenig Aufwand dahingehend ergänzt werden, dass sie, wie an sich bekannt, zwischen verschiedenen Übersetzungsbereichen mit Hilfe von Kupplungen und/oder Bremsen umschaltbar sind. Im Hinblick auf die Erzeugung eines Umschaltpunktes sind Koppelgelegeübersetzungen bei etwa 2,4 oder 0,4 günstig, da dann am Rand der Spreizung des Variators (0,4 bis 2,4) einen Planeten im Block umläuft, so dass er mit einer Kupplung blockiert und gleichzeitig eine andere Kupplung oder Bremse geöffnet werden kann. Sowohl die Planetengetriebe als auch die Koppelgelege sind für den Einbau von Kupplungen bzw. Bremsen gut zugänglich.

20 Es versteht sich, dass jede Art von Variator in der erfindungsgemäßen Getriebestruktur eingesetzt werden kann, beispielsweise auch in Reibradgetrieben oder Hydrostaten.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

5

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbstständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

10

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Tei-

15 lungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbstständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

15

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in

20

den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-,

5 Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG
Industriestrasse 3
77815 Bühl

GS 0651 DE

Zusammenfassung

5 Leistungsverzweigtes Getriebe, enthaltend zwei Planetengetriebe mit je einem Sonnenrad, einem Trägerrad und einem Hohlrad, und einen Variator mit einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle, deren Übersetzung stufenlos veränderbar ist, wobei ein Rad des ersten Planetengetriebes drehfest mit einer Antriebswelle verbindbar ist und das erste Planetengetriebe eine Drehverbindung zwischen der Antriebswelle, der Eingangswelle und der Ausgangswelle bildet
10 und ein Rad des zweiten Planetengetriebes drehfest mit einer Abtriebswelle verbindbar ist und das zweite Planetengetriebe eine Drehverbindung zwischen der Abtriebswelle, der Ausgangswelle und der Eingangswelle bildet.

FIG 1

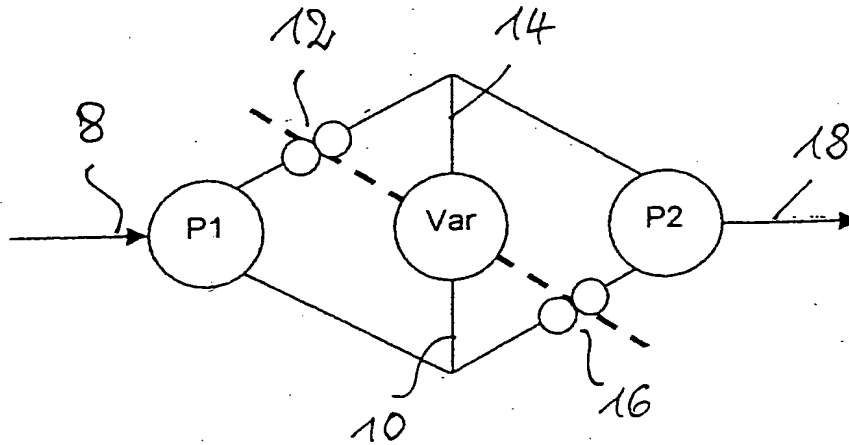


FIG 2

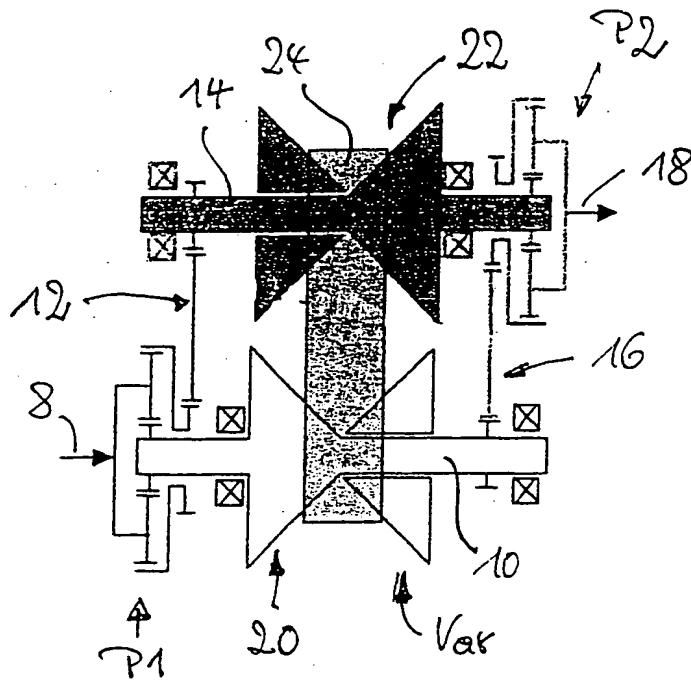


FIG 3

